

(19)日本国特許庁 (JP)

## (12) 公開実用新案公報 (U)

(11)実用新案出願公開番号

実開平7-39120

(43)公開日 平成7年(1995)7月14日

(51) Int.Cl.  
 H 03 K 17/78  
 H 01 L 33/00  
 // G 06 K 7/10

識別記号 E  
 庁内整理番号 J  
 C 9069-5L

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数3 FD (全3頁)

(21)出願番号 実開平5-70981

(22)出願日 平成5年(1993)12月3日

(71)出願人 000000527  
 旭光学工業株式会社  
 東京都板橋区前野町2丁目36番9号

(72)考案者 永井 伸幸  
 東京都板橋区前野町2丁目36番9号 旭光学工業株式会社内

(72)考案者 高見 敏  
 東京都板橋区前野町2丁目36番9号 旭光学工業株式会社内

(72)考案者 河崎 和夫  
 東京都板橋区前野町2丁目36番9号 旭光学工業株式会社内

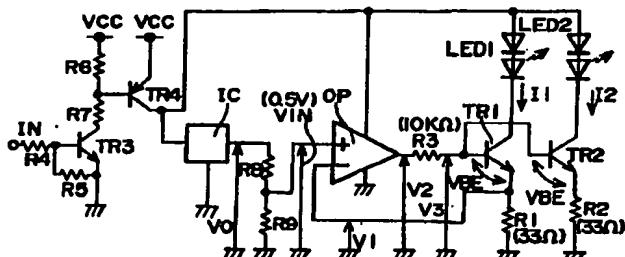
(74)代理人 弁理士 鈴木 章夫

(54)【考案の名称】 LED駆動回路

## (57)【要約】

【目的】複数の発光ダイオード(LED)の発光輝度を一定化するとともに、一方のLEDが断状態とされた場合でも、他方のLEDに大電流が供給されることを防止する。

【構成】2個以上の発光ダイオード(LED1, LED2)を2列に接続し、各列のLEDのそれぞれに電流制御素子としてトランジスタTR1, TR2を接続する。このトランジスタのベース電圧をオペアンプOPにより制御するようにし、このオペアンプの一方の入力端子に定電圧VINを入力し、他方の入力端子にトランジスタTR1のエミッタ電圧V1を入力し、かつオペアンプの出力端とベースとの間に抵抗R3を接続する。この抵抗R3を設けることで、一方のLEDが断状態とされたときに、他方のLEDのトランジスタのベース電圧の上昇を防止し、大電流の発生を防止する。



## 【実用新案登録請求の範囲】

【請求項1】 2個以上のLEDを2列に接続し、各列のLEDのそれぞれに電流制御素子を接続し、これら電流制御素子により前記各LEDの駆動電流を制御するLED駆動回路において、前記電流制御素子を制御するオペアンプを設け、このオペアンプの一方の入力端子に定電圧を入力し、他方の入力端子に前記電流制御素子の一方を流れる電流に基づいて発生される電圧を入力し、かつ前記オペアンプの出力端と前記電流制御素子の制御入力端との間に抵抗を接続したことを特徴とするLED駆動回路。

【請求項2】 2個の電流制御素子をそれぞれ同一規格のバイポーラトランジスタで構成し、各コレクタと一の電位の電源との間にそれぞれLEDを接続し、各エミッタと他の電位の電源との間にそれぞれ抵抗を接続し、各ベースを相互に直接接続するとともに、このベースにオペアンプの出力端を抵抗を介して接続し、かつオペアンプの他方の入力端子に一方のトランジスタのエミッタを接続してなる請求項1のLED駆動回路。

【請求項3】 オペアンプの出力端とトランジスタのベースとの間に接続した抵抗の抵抗値を、トランジスタのエミッタに接続した抵抗の抵抗値よりも十分大きく設定してなる請求項2のLED駆動回路。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】 本考案のLED駆動回路の一実施例の全体回路図である。

【図2】 LEDの一方が断状態となったときの他方のLEDの電流値を説明するための等価回路図である。

【図3】 本考案において電流制御素子のベースが直結されていない場合の回路図である。

【図4】 図3の回路において一方のLEDが断状態となったときの他方のLEDの電流値を説明するための等価回路図である。

【図5】 本考案の他の実施例の要部の回路図である。

【図6】 LEDを光源としたバーコードリーダの概略構成図である。

【図7】 従来のLED駆動回路の一例の一部の回路図である。

【図8】 図7の回路において一方のLEDが断状態となったときの他方のLEDの電流値を説明するための等価回路図である。

## 【符号の説明】

LED1, LED2 発光ダイオード列 (LED列)

OP オペアンプ

TR1, TR2 トランジスタ (電流制御素子)

R1~R3 抵抗

2 LED

4 LED駆動回路

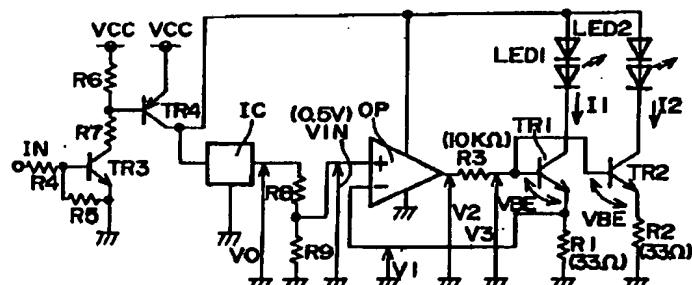
5 レンズ

6 バーコード

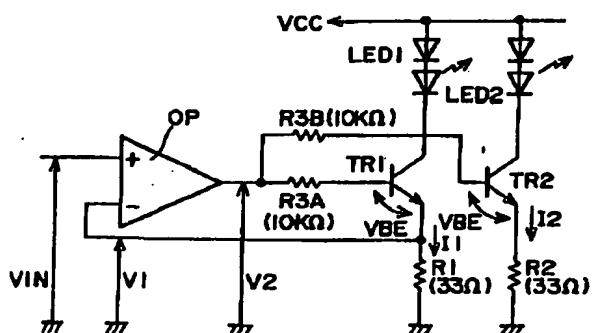
7 CCDラインセンサ

8 信号処理回路

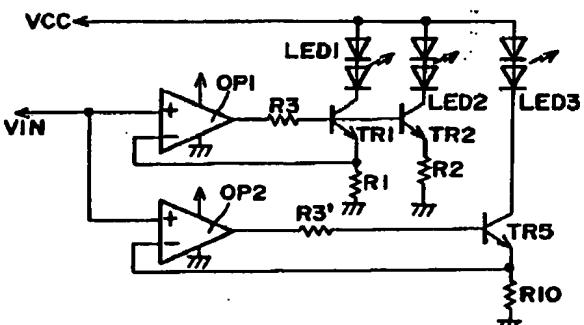
【図1】



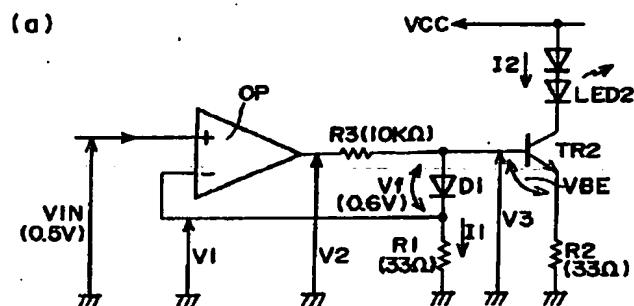
【図3】



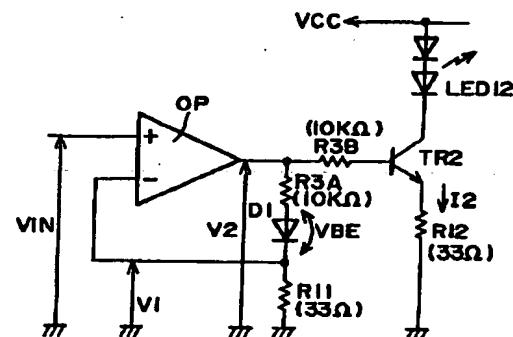
【図5】



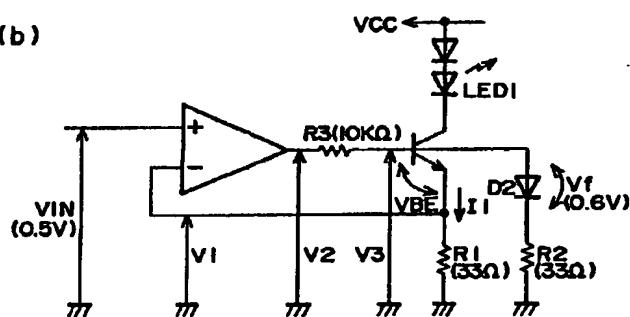
【図2】



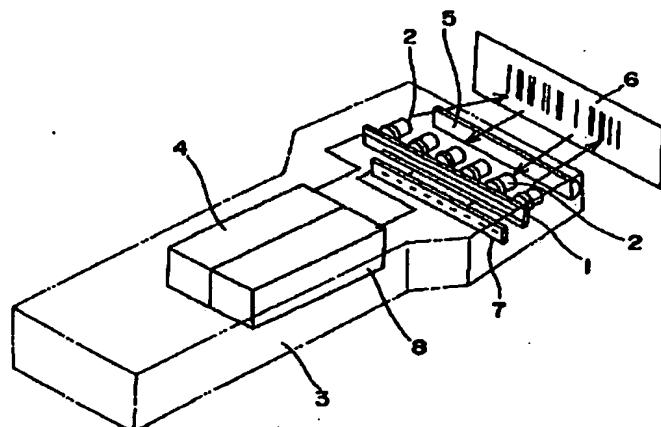
【図4】



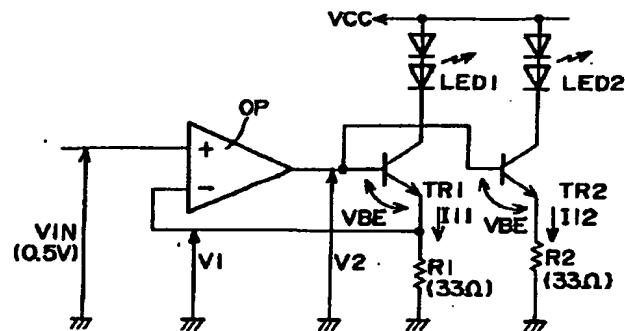
(b)



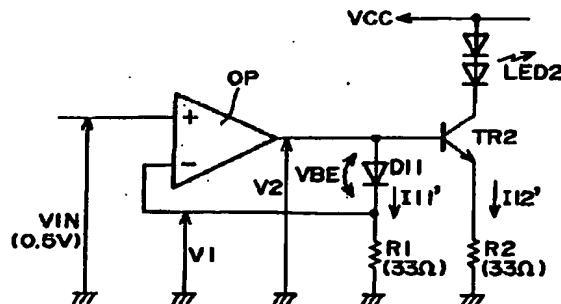
【図6】



【図7】



【図8】



## 【考案の詳細な説明】

### 【0001】

#### 【産業上の利用分野】

本考案はLED（発光ダイオード）を発光させるための駆動回路に関し、特に複数のLEDを一定の輝度で発光させるLED駆動回路に関する。

### 【0002】

#### 【従来の技術】

一般に複数個のLEDを配列してこれを面光源として利用する場合には、各LEDを一定の輝度で発光させることが要求される。例えば、図6はLEDを光源として利用したバーコードリーダの概念図であり、複数個のLED2を基板1上に配列し、これをバーコードリーダのハウジング3内に配設し、駆動回路4に接続して発光させる。発光された光はレンズ5を通してバーコード6を照明し、その反射光をCCDラインセンサ7で受光する。このCCDラインセンサ7では、バーコードの黒バーと白バーとのそれぞれからの反射光の違いに基づくレベルの電気信号を出力し、この電気信号を処理回路8において処理することでバーコードの読み取りが可能とされる。

このように、複数個のLEDを配列して面状の光源として利用する場合には、各LEDの輝度が一定されていないと、照明されるバーコードの照度が均一とならず、したがって黒バーと白バーとの反射光量にバラツキが生じてCCDラインセンサでの読み取りに誤差が生じることがある。

### 【0003】

そこで、従来では電源電圧の変動によってもLEDの発光輝度を一定に保持するため、LED駆動回路に定電流回路を設けることが行われており、LEDに供給する電流を一定化することで複数個のLEDを一定にかつ均一に発光させている。しかしながら、この定電流回路は、複数個のLEDに供給する全電流を定電流化する必要があるために、回路構成が大規模化し、図6に示したような小型のハンディ型のバーコードリーダに採用することは好ましくない。

### 【0004】

このため、従来ではオペアンプを利用してLEDの定電流化を図った回路が提

案されている。図7はその一例を示しており、複数個のLED、ここではそれぞれ2個のLEDを直列接続したLED列LED1, LED2をそれぞれ電流制御用トランジスタTR1とTR2のコレクタ・エミッタに接続し、かつこれらトランジスタTR1とTR2の各ベースに定電圧を供給することで各LED1, LED2の供給電流の定電流化を図ったものである。ここで、定電圧供給回路はオペアンプOPで構成しており、入力される電圧VINと、一方のトランジスタTR1のエミッタ電圧V1とをそれぞれ正相入力及び逆相入力とした構成としている。なお、各トランジスタTR1とTR2のエミッタにはそれぞれ抵抗R1, R2を接続している。

#### 【0005】

この構成によれば、オペアンプOPの正相入力端子と逆相入力端子とはイマジナリショートであるため、 $VIN = V1$ となり、各LED1, 2に通流される電流I11, I12を等しくし、LED1, LED2の発光輝度を等しくする。

なお、図7の例では各LED1, LED12はLED列で接続されているが、それぞれ1個のLEDで構成されている場合でも同様である。

#### 【0006】

##### 【考案が解決しようとする課題】

このように、オペアンプを用いた駆動回路では、一方のLED（或いは、LED列、以下同じ）に障害が生じたときに他方のLEDに設定された電流よりも大きな電流が流れることがある。即ち、詳細な理由は後述するが、故障やメンテナンス時等に一方のLEDが断状態（オープン状態）とされた場合に、オペアンプの出力電圧が電源電圧近くまで上昇され、この電圧と他方のLEDに接続されたトランジスタ及び抵抗で決まる大電流が他方のLEDに流れる状態となり、これによりLEDの輝度が変動されてバーコードの読み取り性能が劣化され、或いはこの大電流によってLEDが破損してしまうことがある。

本考案の目的は、複数のLEDの発光輝度を一定化するとともに、一方のLEDが断状態とされた場合でも、他方のLEDに大電流が供給されることを防止することができるLED駆動回路を提供することにある。

#### 【0007】

### 【課題を解決するための手段】

本考案のLED駆動回路は、2個以上のLEDを2列に接続し、各列のLEDのそれぞれに電流制御素子を接続し、これら電流制御素子により各LEDの駆動電流を制御するLED駆動回路において、電流制御素子を制御するオペアンプを設け、このオペアンプの一方の入力端子に定電圧を入力し、他方の入力端子に電流制御素子の一方を流れる電流に基づいて発生される電圧を入力し、かつオペアンプの出力端と電流制御素子の制御入力端との間に抵抗を接続した構成とする。

例えば、2個の電流制御素子をそれぞれ同一規格のバイポーラトランジスタで構成し、各コレクタと一の電位の電源との間にそれぞれLEDを接続し、各エミッタと他の電位の電源との間にそれぞれ抵抗を接続し、各ベースを相互に直接接続するとともに、このベースにオペアンプの出力端を抵抗を介して接続し、かつオペアンプの他方の入力端子に一方のトランジスタのエミッタを接続した構成とする。

この場合、オペアンプの出力端とトランジスタのベースとの間に接続した抵抗の抵抗値をトランジスタのエミッタに接続した抵抗の抵抗値よりも十分大きくなるように設定する。

### 【0008】

#### 【実施例】

次に、本考案について図面を参照して説明する。図1は本考案のLED駆動回路の一実施例の回路図であり、例えば図1に示したバーコードリーダの光源としてのLED駆動回路に適用した例を示している。トランジスタTR3, TR4と抵抗R4～R7はスイッチ回路部を構成しており、LEDを発光させるオン・オフ信号がトランジスタTR3のベースに接続された駆動信号入力端子INに入力されたときに、電源電圧VCCをトランジスタTR4のコレクタに接続された電源供給ラインに出力するように構成される。この電源供給ラインには、それぞれ複数個（ここでは、2個）のLEDを縦列接続した2列のLED列、即ちLED1とLED2とを並列接続し、かつ各LED1, LED2にはそれぞれベースを相互に直接接続した電流制御用トランジスタTR1, TR2のコレクタを接続し、かつ各エミッタはそれぞれ抵抗R1, R2を介して接地している。

## 【0009】

一方、前記電源供給ラインには定電圧回路部が接続される。この定電圧回路部は前記電源供給ラインに供給される電圧を所定電圧に保持させる電圧レギュレータICを有し、その出力電圧VOを一定化する。また、この電圧レギュレータICの出力電圧VOを抵抗R8, R9で分圧し、この分圧された電圧VINはオペアンプOPの正相入力端子に供給される。このオペアンプOPの出力端子には抵抗R3が直列に接続されており、オペアンプOPの出力はこの抵抗R3を介して前記各トランジスタTR1, TR2のベースに供給される。また、一方のトランジスタTR1のエミッタとオペアンプOPの逆相入力端子とを接続する。

## 【0010】

この構成によれば、駆動信号入力端子INにオン信号が入力されると、トランジスタTR3, TR4がオンされるため、電源電圧VCCが電源供給ラインに供給される。すると、電圧レギュレータICからは一定電圧VOが outputされ、かつ抵抗R8, R9により分圧された電圧VINがオペアンプOPの正相入力端子に入力される。そして、オペアンプOPの出力端子から電圧V2が outputされ、この電圧V2は抵抗R3を介してトランジスタTR1, TR2のベースに入力される。そして、これらトランジスタTR1, TR2のコレクタ・エミッタ電流を制御することで、LED列LED1, LED2に通流される電流I1, I2を制御する。このとき、トランジスタTR1, TR2は同一特性のものが用いられ、かつ抵抗R1, R2は同一抵抗値とすると、LED列LED1, LED2に通流される電流I1, I2はそれぞれ等しくなり、各LED列LED1, LED2は均一輝度で発光される。

## 【0011】

即ち、オペアンプOPでは正相入力端子と逆相入力端子はイマジナリショートとなるため、 $V1 = VIN$ となり、 $I1 = VIN / R2$ の電流I1がLED列LED1に流れる。そして、抵抗R1 = R2とすると、トランジスタTR1とTR2はベースが共通であり、かつ各トランジスタのベース・エミッタ間電圧VBEが等しいため、カレントミラー構成により $I2 = I1$ となり、LED列LED2にもLED1と等しい電流が流れる。この結果、LED1とLED2には等しく

かつ一定の電流が流れ、LED1, LED2の輝度を一定かつ均一に保持することができる。

#### 【0012】

例えば、図1における抵抗値や電圧の各値がそれぞれ括弧で示すように、 $V_I = 0.5V$ 、 $R_1 = R_2 = 33\Omega$ 、各トランジスタTR1, TR2の $V_{BE} = 0.6V$ とすると、トランジスタTR1とTR2のベース電圧 $V_3$ は、 $V_3 = V_I + V_{BE}$

であるから、

$$V_3 = 0.5V + 0.6V = 1.1V$$

となる。

また、

$$I_1 = V_I / R_2 \\ = 0.5 / 33$$

から、

$$I_1 = I_2 = 15.2mA$$

となる。

#### 【0013】

ここで、一方のLED列、例えばLED1が断状態となり、回路がオープンになった場合を考える。このとき、図1の回路は図2(a)の等価回路となる。トランジスタTR1は $V_f = 0.6V$ のダイオードD1と等価となる。オペアンプOPはイマジナリショートにより $V_1$ を $V_{IN}$ にしようとするが、オペアンプOPの出力には直列に抵抗 $R_3$ が接続されているため、次式のように、オペアンプOPの出力電圧 $V_2$ が電源電圧 $V_{CC}$ 近くまで上昇しても、 $V_1$ が $V_{IN}$ にまで上昇することが抑えられる。抵抗 $R_3 = 10K\Omega$ とした場合、オペアンプOPの出力電圧が $V_{CC} (= 10V)$ になったとしても、 $V_1$ は $0.031V$ に抑えられる。

#### 【0014】

即ち、 $V_1$ は $V_2$ による抵抗 $R_1$ の両端の電圧であるから、

$$V_1 = (V_2 - V_f) \times R_1 / (R_3 + R_1)$$

$$= (V_2 - V_f) \times 33\Omega / (10K\Omega + 33\Omega)$$

$$= (10 - 0.6) \times 33 / 10033 = 0.031$$

したがって、トランジスタTR2のベース電圧V3は、

$$V_3 = V_1 + V_f = 0.031 + 0.6 = 0.631V$$

となって、正常時よりも低下され、これによりLED列LED2に通流されるI2が減少される。換言すれば、LED列LED2に過電流が流れることは全くない。

#### 【0015】

一方、他方のLED列LED2が断状態となり、回路がオープンになった場合の等価回路を図2 (b) に示す。トランジスタTR2はVf=0.6VのダイオードD2と等価となる。オペアンプOPはイマジナリショートによりV1をVINにしようとするが、トランジスタTR1のベースはダイオードと抵抗R1を介して接地されているので、オペアンプOPの出力電圧V2がVCC近くまで上昇しても、V1はVIN(0.5V)まで達しない。したがって、仮にオペアンプの最大出力電圧が10Vとしても、トランジスタTR1のベース電圧V3は0.63Vとなる。

#### 【0016】

即ち、V3はV2による抵抗R2の両端の電圧にVfを加えた電圧であるから

$$V_3 = (V_2 - V_f) \times R_2 / (R_3 + R_2) + V_f$$

$$= (10 - 0.6) \times 33 / 10033 + 0.6 = 0.63V$$

なお、V1は、

$$V_1 = V_3 - V_{BE} = 0.63 - 0.6 = 0.33V$$

となる。したがって、トランジスタTR1によりLED列LED1に通流される電流I1を著しく減少させる。

以上のことから、LED列LED1或いはLED2の一方が何らかの理由で断状態とされたときに、他方のLED列の電流を減少させ、過電流により他方のLEDが破損されることが防止される。

#### 【0017】

ここで、図7に示した従来のLED駆動回路を前記した本考案の回路と比較した場合を示す。正常時には、オペアンプOPの正相入力端子と逆相入力端子はイマジナリショートであるため、 $V_1 = V_{IN}$ となり、 $I_{11} = V_{IN}/R_1$ の電流がLED1に流れる。また、このとき $R_1 = R_2$ とすると、トランジスタTR1とTR2のカレントミラー構成により、 $I_{12} = I_{11}$ の電流が流れるため、各LED1, LED2には一定かつ均一な電流が流れる。

#### 【0018】

ここで、一方のLDE1が断状態となった場合には、図8の等価回路となる。オペアンプOPは $V_1$ を $V_{IN}$ になるように $V_2$ の電圧を出力する。 $R_1$ には、 $V_1/R_1 = 0.5/33 = 15.2\text{mA}$ の電流 $I_{11}'$ が流れ、等価的にダイオードD11とされたトランジスタTR1のベース・エミッタ間にも同様な電流が流れる。このとき、トランジスタTR1のベース・エミッタ間電圧 $V_{BE}(\text{TR1})$ はトランジスタTR2のベース・エミッタ間電圧 $V_{BE}(\text{TR2})$ に比較して電流が大きいため、 $V_{BE}(\text{TR1}) > V_{BE}(\text{TR2})$ と大きくなる。

#### 【0019】

今、 $V_{BE}(\text{TR1}) = 0.8\text{V}$ 、 $V_{BE}(\text{TR2}) = 0.6\text{V}$ とすると、 $V_2 = V_1 + V_{BE}(\text{TR1}) = 0.5\text{V} + 0.8\text{V} = 1.3\text{V}$ となり、

$$I_{12}' = (V_2 - V_{BE}(\text{TR2})) / R_2 = (1.3 - 0.6) / 33\Omega = 21\text{mA}$$

となり、初期の設定電流よりも大きくなる。

したがって、他方のLED2の電流が増大して輝度が高くなり、かつこの状態でLED2の発光を継続すると、LED2の寿命が短くなるおそれがある。

なお、他方のLED2が断状態になったときには、 $I_1$ には変化がなく、その破損は防止される。

#### 【0020】

ここで、本考案では、LED1とLDE2の電流制御トランジスタTR1, TR2のベースが直接接続されていることが肝要である。例えば、図3のようにオ

ペアンプOPの出力側に抵抗R3A, R3Bを介挿した構成とした場合でも、LED1とLED2の各電流制御トランジスタTR1, TR2のベースが直接接続されておらず、それぞれが個々にオペアンプOPの出力により制御される回路の場合を考える。

この回路において、LED1が断状態となったとき、図4の等価回路となる。オペアンプOPはV1をVINになるようにV2の電圧を上昇させる。しかし、R3A=10KΩが接続されているのでV2がオペアンプOPの電源電圧近くまで上昇されてもV1は0.5Vまで達しない。

### 【0021】

一方、V2が電源電圧VCC(1.0V)近くまで上昇されると、トランジスタTR2は単なるエミッタフォロア回路となり、電流I2は、

$$\begin{aligned} I2 &= (VCC - VBE) / R2 \\ &= (1.0 - 0.6) / 33 = 285 \text{mA} \end{aligned}$$

となり、他方のLED2に過電流が流れ、LED2を破損させることになる。

但し、LED2が断状態になったときには、I1には変化がなく、その破損は防止される。

### 【0022】

また、図1に示した本考案の実施例では、駆動信号入力端子INにオフ信号が入力されたときには、トランジスタTR3, TR4がオフされるので、電源供給ラインには電源VCCが供給されることはなく、LED1, LED2のアノード側に電源が供給されることがない。したがって、各LED1, 2における漏れ電流を確実に防止でき、消費電力を削減する上で有効である。

### 【0023】

なお、本考案は、図5に示すように、特定のLED3を他のLED1, 2とは異なる駆動電流で発光させたい場合には、LED1, 2の電流制御を行うオペアンプOP1とは異なるオペアンプOP2を用いて特定のLED3の電流制御用トランジスタTR5を駆動させるようにしてもよい。即ち、電流制御用トランジスタTR5のエミッタに接続した抵抗R10の値を相違することで、LED1, LED2と異なる電流でLED3を発光させることができる。また、ここではオペ

アンプOP2の出力端子には抵抗R3'を接続している。

この場合、LED1とLED2は等しい駆動電流で発光させ、他のLED3は異なる駆動電流で発光させることができる。この場合でも、LED1とLED2のいずれかが断状態とされても、他方のLED2またはLED1の破損は防止できることは言うまでもない。

なお、前記実施例では本考案をバーコードリーダの光源用LEDに適用した例を示しているが、複数個のLEDを用いて面光源を構成するためのLED駆動回路であれば、同様に適用できることは言うまでもない。

#### 【0024】

##### 【考案の効果】

以上説明したように本考案は、2列に接続したLEDのそれぞれに電流制御素子を接続し、これら電流制御素子により各LEDの駆動電流を制御させるオペアンプの出力端と電流制御素子との間に抵抗を接続しているので、一方の列のLEDが断状態とされた場合に、オペアンプの出力電圧が増大されても、接続した抵抗により他方の列のLEDの電流の増大を抑制し、他方のLEDの寿命の低下や破損を有効に防止することができる。

また、電流制御素子をバイポーラトランジスタで構成したときに、各電流制御素子の制御入力端としてのバイポーラトランジスタのベースを相互に直結しているので、カレントミラー構成により各LEDの通流電流を等しくし、均一かつ一定の電流を通流させて、均一かつ一定な輝度の発光を行うことができる。

この場合、オペアンプの出力端とバイポーラトランジスタのベースとの間に接続した抵抗の抵抗値をエミッタに接続した抵抗の抵抗値よりも十分大きくすることで、一方のLEDが断状態となったときのベース電圧の増大をより有効に防止し、電流の増大を抑制することができる。